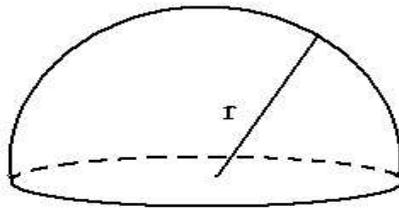


### Ⅲ. 의 예 과

[시험시간 : 3시간(180분)]

#### 1. 논술 모의고사 문제

【문제 1】 가스탄(폭발과 동시에 유해가스가 배출되는 폭탄)이 폭발하면서 아래 그림과 같은 반구의 모양으로 유해가스가 퍼져 나간다고 하자.(단, 부피의 시간에 대한 변화율은 일정하다고 한다.) 아래 표는 초당 가스의 부피를 나타낸 자료이다.



t (초)	5	(가)	30	60
V (km <sup>3</sup> )	1,000π	2,250π	(나)	14,750π

【1-1】 빈 칸 (가), (나)의 값을 추정하시오.(10점)

【1-2】 위와 같이 가스가 확산할 때, 반지름이 5km일 때 반지름의 시간에 대한 변화율을 설명하시오.(10점)

【1-3】 가스의 유해함을 막기 위해서는 반지름 r인 반구에 내접하는 최대 부피의 원기둥에 해당하는 양의 해독가스A가 필요하다고 한다. 반지름이 10km인 경우, 해독가스A의 양을 구하고 해독가스A의 부피의 시간에 대한 변화율을 설명하시오.(10점)

【1-4】 가스의 유해함을 막기 위해서는 반지름 r인 반구에 내접하는 최대 부피의 사면체에 해당하는 양의 해독가스B가 필요하다고 한다. 반지름이 10km인 경우, 해독가스B의 양을 구하고 해독가스B의 부피의 시간에 대한 변화율을 설명하시오.(10점)

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 답하시오.

〈 제시문 1〉

탄소동화작용은 녹색식물이나 세균류가 이산화탄소와 물로 탄수화물을 만드는 작용이다. 탄소동화작용은 녹색식물의 광합성, 세균의 광환원, 세균류의 화학합성 등으로 구

분되는데, 녹색식물의 광합성으로 유기탄소화합물의 거의 대부분이 생성된다. 또한 동물과 같은 종속영양생물의 체내에서도 탄소동화가 행해지는 것이다. 특히, 녹색식물의 광합성에서는 빛 에너지의 작용으로 물(H<sub>2</sub>O)과 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)로부터 글루코스(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)를 합성하며 산소(O<sub>2</sub>)를 내어 놓으며, 최종적으로 글루코스는 녹말로 변환되어 저장된다. 녹색식물은 자연계에 존재하는 모든 종류의 탄소를 자연계의 존재 비율대로 고정하지만, 녹색식물이 죽게 되면, 그 비율은 더 이상 유지되지 않는다. 또 홍색황세균은 물 대신 황화수소(H<sub>2</sub>S)를 이용하여 광합성을 한다. 이 경우에 산소는 발생하지 않으며 이와 같은 현상을 광환원이라고 한다. 환원제로 세균에 따라 황화수소 이외에 수소, 지방산, 알코올 등을 사용하는 경우도 있다.

#### < 제시문 2 >

탄소의 경우 질량수가 12, 13, 14인 세 가지의 동위원소가 존재하며, 자연에 존재하는 상대적 %비율은 C-12가 98.93%, C-13이 1.08%, C-14가  $2 \times 10^{-10}\%$  라고 알려져 있다. 탄소의 경우에는 질량수가 12인 C-12가 가장 안정한 형태의 원소로서 가장 존재비가 높다. 질량수가 14인 원소들 중에서는 양성자 7개와 중성자 7개로 이루어진 질소(N-14)가 자연계에서 가장 안정한 원소로 존재한다.

#### < 제시문 3 >

만약 불안정한 핵종이 같은 질량수의 안정한 동위 원소보다 더 적은 개수의 양성자를 갖고 있으면 이를 “양성자 부족” 이라고 한다. 이러한 핵들은 한 개의 중성자를 한 개의 양성자로 전환하여 높은 에너지를 갖는 전자인 베타입자( ${}^0_{-1}e^-$ )와 반중성미자( $\tilde{\nu}$ )를 방출하면서 붕괴한다. 예를 들어 불안정한 Na 동위원소인  ${}^{24}_{11}\text{Na} \rightarrow {}^{24}_{12}\text{Mg} + {}^0_{-1}e^- + \tilde{\nu}$  의 방사선 붕괴를 한다. 방사선 붕괴는 화학반응에서 일차 반응에 해당하며, 초기 반응물의 농도에 무관하게 반감기(초기의 반응물의 농도가 절반이 되는 시점)가 방사선 원소별로 일정하다. ( ${}^{24}_{11}\text{Na}$ : 15.02시간,  ${}^{14}_6\text{C}$ : 5730년,  ${}^{235}_{92}\text{U}$ :  $7.04 \times 10^8$ 년)

#### < 제시문 4 >

오늘날 고고학자들은 250만 년 전부터의 인간의 과거를 연구하고 있다. 인류의 기원에서부터 산업혁명의 유물에 이르기까지 인간 체험의 전 영역을 대상으로 삼고 있는 것이 고고학이다. 과거의 유물들이라고 해도 그것의 시간적 순서가 있을 텐데 그러한 것을 어떻게 확인하는지 의문이 생기지 않을 수 없다. 모든 역사적 사건은 그것이 발생한 시점을 알 수 있을 때 그 의미를 해석할 수 있기 때문에 고고학 자료의 시간적 위치의 정확한 측정은 학문의 성립 이래 중요한 문제로 생각되었다. 그 동안 이를 해결하기 위한 수단과 방법이 제시되고, 개발되어 왔다. 특별히 절대적 시간 측정법으로는 유물 내에 존재하는 탄소 동위원소의 양을 측정하는 방사성탄소 연대 측정법이 널리 사용되고 있다.

**【2-1】** 위의 제시문들을 토대로 녹색식물의 탄소 고정 작용인 광합성 작용 및 세균의 광환원에 대한 화학 반응식을 유추하여 보시오.(6점)

【2-2】 어떠한 녹색 식물 화석의 연대를 측정하기 위하여 방사선 탄소 연대 측정법을 사용하고자 한다. 어떠한 원리로 화석의 연대를 측정할 수 있는지 위 제시문들을 토대로 적절한 화학반응식과 함께 논리적으로 서술하시오.(7점)

【2-3】 고사리 화석을 분석한 결과, 화석 내에 존재하는 탄소 중 C-14가 차지하는 비율이 약  $2 \times 10^{-13}\%$  으로 분석되었다. 고사리 화석은 어느 지질연대에 해당되는지를 화석 생성 연대로부터 유추해 알아보고 그 근거를 논하시오.(7점)

【 문제 3 】 아래의 제시문을 읽고 답하시오.

〈 제시문 1 〉

용수철이나 고무줄을 잡아당길 때 늘어난 길이가 증가할수록 이들을 늘이기 위해 점점 더 큰 힘이 필요하다. 이와 같은 현상은 물질을 늘이는(인장하는) 경우뿐만 아니라 압축할 때에도 유사한 성질이 있음을 실험을 통하여 관찰할 수 있다. 이러한 물리적 성질은 물질이 본래의 상태에서부터 변화가 크면 클수록 본래의 상태로 돌아가려는 성질이 커지는 탄성력에 기인한다.

가해진 힘과 늘어난 길이 사이의 관계를 나타내는 탄성력은 물질에 따라 다르지만 탄성력에 관한 대표적인 기본 법칙은 탄성력에 관련된 많은 문제들에 응용될 수 있다.

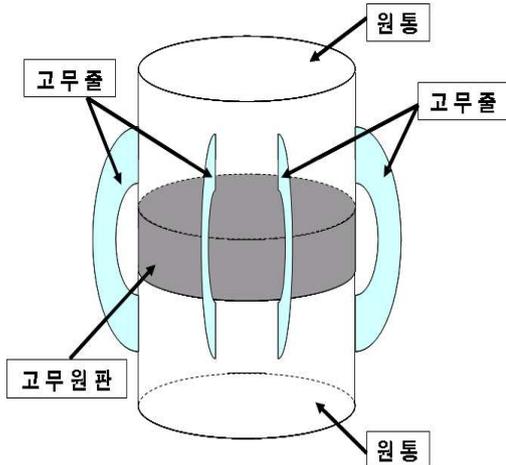
실제로 복잡한 물리적 현상들은 간단한 기본 법칙을 적용함으로써 효과적으로 설명할 수 있다. 또한, 실제 물리적 현상들의 경우 이 기본 법칙에 약간의 근사식을 보강함으로써 보다 정확히 설명할 수 있다.

〈 제시문 2 〉

분자 또는 고체에서의 원자와 같이 미시 세계의 원자 사이에 작용하는 힘은 마치 인접한 두 원자가 용수철로 연결되어 있는 것과 유사하다. 평형으로부터 위치 변화가 작을 때에는 원자에 작용하는 힘은 변위에 비례한다고 할 수 있다. 그러나 실제로는 압축할 때와 팽창할 때 변위에 따라 작용하는 힘은 서로 크기가 다르며, 변위가 커질 경우 작용하는 힘과 변위와의 관계는 더욱 복잡하게 나타난다.

다음과 같이 가상의 실험을 통하여 얻어진 실험 데이터와 제시문을 토대로 아래 질문들에 대한 답을 추론하시오.

(그림1) 과 같이 두 원통 사이에 완충 역할을 하는 고무원판을 설치한 후 탄성이 좋은 고무줄로 두 원통을 연결하였다. 그런데 운반 도중 빠져나온 이 고무원판을 두 원통을 아래위로 끌어당겨 다시 집어넣으려 한다. 원통을 연결하는 고무줄에 힘을 가하여 잡아당기는 실험을 한 결과를 [표1] 과 [표2] 에 나타내었다. 120kN 이상의 힘이 가해지는 경우 고무줄이 끊어져 더 이상의 실험이 진행되지 않았다.(아래의 물음에 답할 때 역학적 에너지가 열에너지나 다른 형태의 에너지로 소모되는 것은 매우 작다고 가정한다. 두 원통 사이의 고무줄에 가해지는 힘(인장력)은 늘어난 길이에 따라 변한다는 점에 주의하시오.)



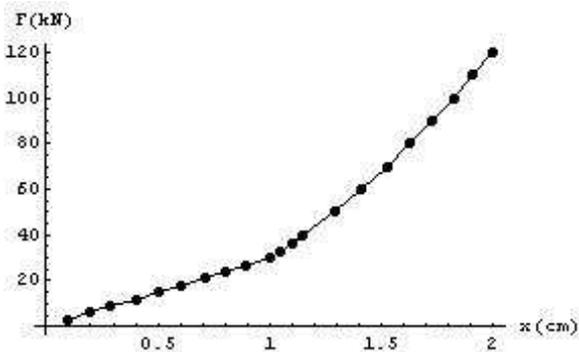
[그림1] 두 원통 사이에 고무원판이 위치하고 있으며 두 원통은 고무줄로 연결되어 있다.

[표1] (1구간)

힘(kN)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
늘어난 길이(cm)	0.0	0.10	0.20	0.29	0.40	0.50	0.60	0.71	0.80	0.89	1.00

[표2] (2구간)

힘(kN)	30	33	36	40	50	60	70	80	90	100	110	120
늘어난 길이(cm)	1.00	1.05	1.10	1.15	1.29	1.41	1.53	1.63	1.73	1.83	1.91	2.00



[그림2] [표1] 과 [표2] 의 힘과 늘어난 길이에 관한 그래프.

**[3-1]** 위의 표와 그림에서 보듯이 힘( $F$ )과 늘어난 길이( $x$ )의 함수관계는 가해진 힘이 0~30kN(1구간)일 때와 30kN~120kN(2구간)일 때 서로 다르다. 각 구간에서 힘과 늘어난 길이의 함수 관계를 각각 최대한 간단한 함수로 표현하시오.(1구간과 2구간의 상수를 각각  $k_1$  과  $k_2$ 라고 하고 이들의 값을 [표1], [표2] 와 [그림1], [그림2] 를 활용하여 합리적으로 선택하시오.)(5점)

**【3-2】 【3-1】** 에서 얻은 함수(또는 그래프)를 활용하여 두 원통에 힘을 가해 고무줄을 약 2cm 늘이는 동안(1구간과 2구간을 지나는 동안) 사용되는 에너지가 얼마인지 설명하십시오.(5점)

※ 이제 두 원통이 가상 동물의 척추 뼈이고 고무원판이 이들의 완충역할을 하는 디스크라고 가정하고 위의 가상 실험결과가 이 동물에 적용된다고 가정하자. 위의 실험에 사용된 인장기기를 이용하여 일정한 속력으로 고무줄을 늘인다고 하자. 인장력이 증가하여 최대 60kN이 될 때까지 2초의 시간이 걸렸다고 하였을 때, 아래의 물음 **【3-3】** 과 **【3-4】** 에 답하여야.(계산 과정에서 표에 나타난 실험값이 아닌 합리적으로 유추된 값을 사용할 수도 있다.)

**【3-3】** 인장실험에 사용한 이 기기의 일률(power)을 구하십시오.(5점)

**【3-4】** 인장실험에 사용되는 기기에 220V 직류 전압이 사용되는 경우 원활한 인장 과정을 위한 최소 전류는 얼마나 되어야 하는지를 논리적으로 제시하십시오.(5점)

**【 문제 4 】** 아래의 제시문을 읽고 답하십시오.

**< 제시문 1 >**

사람의 유전형질은 DNA와 단백질로 구성된 염색체 상에 존재하는 유전자들이 어떻게 구성되어 있는가에 따라 다르게 발현되어 나타난다. DNA는 핵산의 일종으로 아데닌, 구아닌, 시토신, 티민의 염기와 당, 인산으로 구성된 기본단위인 뉴클레오티드가 연결되어 있는 고분자화합물이다. DNA상의 유전정보는 또 다른 핵산의 일종인 RNA로 전사되는데, 이 과정은 핵에서 일어난다. DNA로부터 전사된 RNA는 핵에서 세포질로 빠져 나와 리보솜에서 번역(해독)과정을 통하여 단백질을 합성하여 특정 형질을 발현하게 된다. 단백질은 20종류의 아미노산이 펩타이드 결합을 통하여 서로 다른 조합을 이룬 중합체로서 생물체 내의 다양한 구성 성분을 이룬다.

**< 제시문 2 >**

다양한 생명공학기술들 중 유전자 재조합 기술은 유용한 물질을 대량생산 하는데 이용되고 있다. 한 예로, 사람이 필요로 하는 물질에 대한 유전자를 대장균의 플라스미드에 인공적으로 재조합한 다음 이 플라스미드를 대장균에 이식하여 대장균으로 하여금 그 유전자를 발현시켜 원하는 물질을 대량생산 할 수 있다. 대장균을 비롯한 미생물 이외에도 목적에 따라 식물세포, 동물세포 등을 이용하기도 하는데, 이러한 유전자 재조합 기술은 적은 경비와 에너지로 유용물질을 대량생산 할 수 있다는 장점이 있다. 이 기술은 특히 특정 질병의 예방과 치료를 위한 의약품을 대량생산 하는데 광범위하게 이용되고 있다. 이러한 방법으로 생산된 인슐린, 인터페론, 성장호르몬, 고순도의 백신류 및 항생제 등이 시판되고 있다.

**< 제시문 3 >**

최근의 신문 보도에 따르면, 국내 연구진이 인체에 이식됐을 때 면역체계에 의한 초급성 거부반응을 일으키는 유전자가 제거된 형질전환 복제 미니돼지를 생산하는데 성공

하였다고 한다. 초급성 면역거부반응 유전자가 없는 미니돼지의 장기는 장기가 손상된 환자에게 이식됐을 때 면역거부반응을 일으킬 가능성이 적기 때문에 이 연구는 향후 이종(異種) 장기이식을 실현하는 발판이 될 것으로 기대를 모으고 있다. 장기가 손상돼 치료나 회복이 불가능한 경우 장기이식이 유일한 해결책이지만 장기 공여자가 부족하고 공여자와 수용자의 유전적, 면역학적 불일치에 따른 거부반응 등 극복해야 할 문제가 많다. 과학자들은 사람과 체중이 비슷한 미니돼지의 장기를 사람에게 이식하기 위한 연구를 해 왔다. 그러나 돼지 장기 표면에는 사람에겐 없는 ‘알파 1, 3 갈락토스( $\alpha$  1,3-galactose: 알파갈)’ 라는 항원 단백질이 있어 이식 후 초급성 면역거부반응으로 장기가 수분~수시간 안에 괴사하고 만다. 연구진은 이 문제를 해결하기 위해 무균 미니 돼지의 체세포(간엽줄기세포)를 채취, 유전자를 조작해 알파갈 전이효소의 유전자 두 개 중 하나를 제거하고 이 체세포를 핵이 제거된 돼지 난자에 주입해 수정란을 만들어 대리모 돼지에 이식했다.

**【4-1】** DNA상에 존재하는 유전자의 유전정보는 RNA로 전사된 후 단백질로 합성되어 발현되는 과정을 거치게 된다 (유전정보의 중심이론). 어떤 특정한 유전자 a가 단백질 A로 발현되는 과정에서 여러 가지 요소가 유전병의 발생에 관여하게 되는데, 이때 유전병의 발생에 관여하는 요소들을 위 제시문을 기초로 하여 구체적으로 설명하시오. (10점)

**【4-2】** 최근 동물생명공학기술의 발달을 통해 다양한 인간의 질병 치료 또는 예방을 위한 방법이 많이 개발되고 있다. 어떤 환자가 유전적 결함으로 인해 신장이 정상적인 기능을 발휘하지 못한다고 했을 때, 생명공학기술을 이용하여 이를 치료하기 위해 생각할 수 있는 치료방법에 대해 구체적인 과정을 위 제시문을 기초로 하여 설명하시오. (10점)